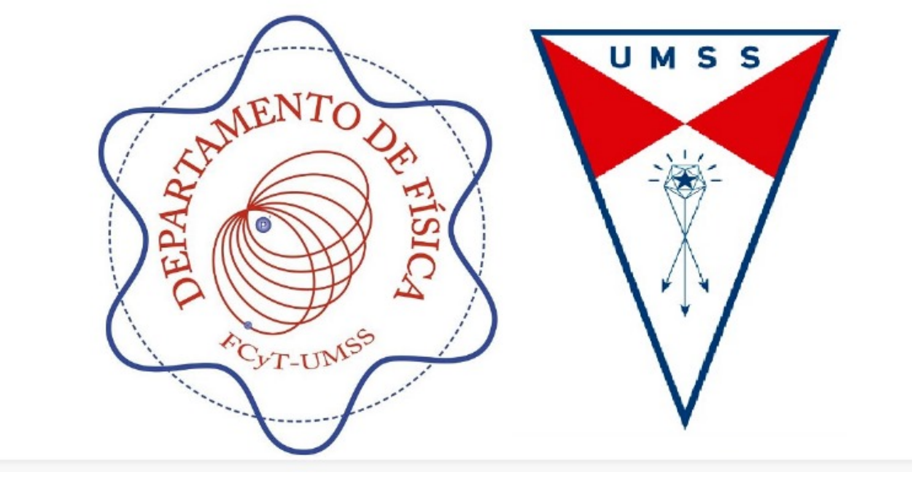
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN



LABORATORIO DE FÍSICA II

M.SC. IVÁN FUENTES

Constante elástica del resorte

Integrantes:
Callahuara Paco José Alfredo
Ortiz Condori Josue Joaquin
Orellana Arispe Javier Alejandro
Zambrana Aranibar Berenice Ninfa

Grupo:
G2

18 de Septiembre de 2023
Cochabamba, Bolivia

Índice

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivos

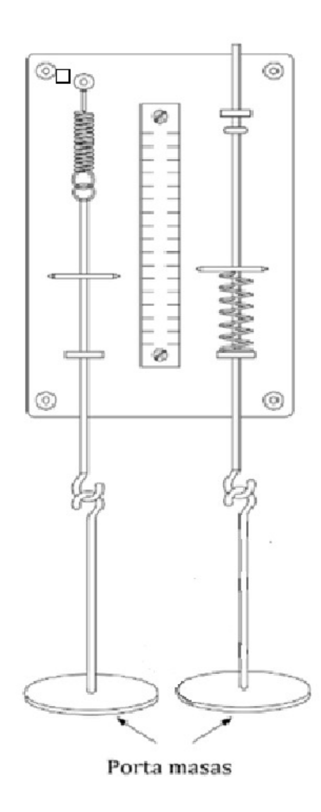
El segundo experimento del laboratorio de la materia de Física II que toma como tema principal la constante elástica de un resorte, en este experimento se busca observar el comportamiento de un resorte en equilibrio cuando experimenta fuerzas externas, este hecho particularmente hace que el sólido experimente cambios en su forma original. A su vez estudiaremos la teoría de este fenómeno para un mejor comprensión sobre el mismo, por lo que en el desarrollo de este informe se plantean los siguientes objetivos:

-Comprobar la ley de hoooke

-Encontrar la constante elástica de resortes por tensión y compresión

-Determinar la constante elástica equivalente, de dos resortes combinados en serie y paralelo

-Comprobar la difrencia existente en la constante equivalente al estirar 2 resortes de forma paralela y de la forma en serie



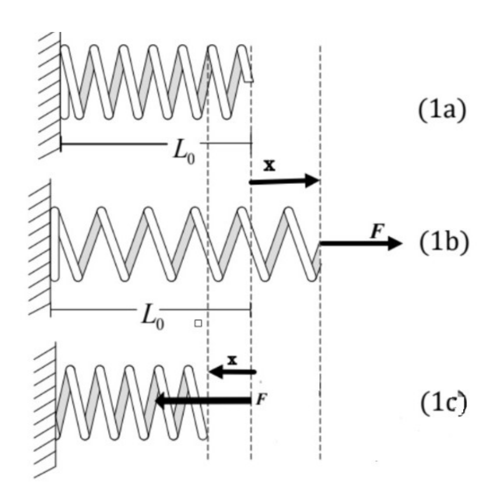
2. CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

2.1. Definición:

La ley de Hooke expresa la proporcionalidad lineal entre la fuerza F aplicada sobre un resorte(por tensión o compresión) y la deformación x

$$F = kx \tag{1}$$

La constante de proporcionalidad(k) se denomina constante elástica del resorte, y en el Sistema Internacional (S.I.), tiene unidades de [N/m].la ley de Hooke (ecuación (1)) tiene validez, si no se ha superado el límite elástico del resorte. En la siguiente imagen se podrá observar la relación entre la fuerza deformadora y la deformación del resorte. En una primera instancia no existe fuerza deformadora y el resorte se encuentra en su posición de equilibrio. En una segunda instancia la fuerza actúa hacia la derecha ocasionando un desplazamiento en la misma dirección (alargamiento), y por última instancia la fuerza actúa hacia la izquierda ocasionando una deformación hacia la izquierda (compresión). Observe que en cada caso la fuerza que ejerce el resorte, llamada fuerza restauradora Fr, según el principio de acción y reacción es igual en magnuitud y dirección a la fuerza deformadora, pero actúa en sentido opuesto (F=-Fr). En otras palabras, la fuerza restauradora siempre está dirigida hacia la posición de equilibrio (no deformada) del resorte.



2.2. Comportamiento del esfuerzo en función de la deformación unitaria

Cuando dos o más resortes están en una combinación en paralelo o en serie, es posible encontrarla constante equivalente de la combinación. En la figura 2.2 se observa una combinación en paralelo de dos resortes con constante elásticas k_1 y k_2. La constante elástica equivalente de estos dos resortes se obtiene por medio de la fuerza resultante y la ley de Hooke

$$F_{ext} = F_T = F_1 + F_2 = k_{eq} x_T \tag{2}$$

$$x_T = x_1 = x_2 = x \tag{3}$$

$$F_1 = k_1 x_1 \tag{4}$$

$$F_2 = k_2 x_2 \tag{5}$$

Reemplazando las ecuaciones 4 y 5 en la ecuación 2 se llega a la expresión de la constante elástica equivalente de dos resortes combinados en paralelo:

$$k_{eq} = k_1 + k_2 \tag{6}$$

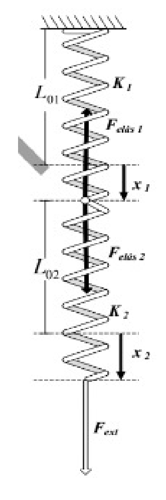
En la figura se muestra la combinación en serie de dos resortes de constantes elásticas k_1 y k_2, y de longitudes iniciales L_{01} y L_{02}. En esta combinación, se cumple:

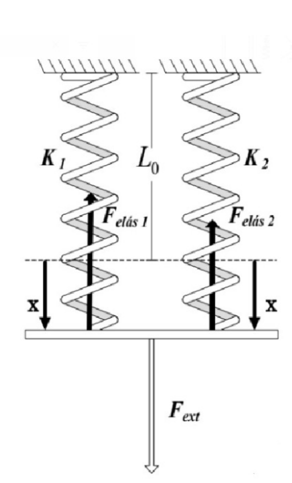
$$x_T = x_1 + x_2 \tag{7}$$

$$F_{ext} = F_T = F_1 + F_2 = k_{eq} x_T \tag{8}$$

Utilizando la Ley de Hooke y las ecuaciones 7 y 8 se encuentra la expresión para la constante del resorte equivalente de dos resortes combinados en serie.

$$\frac{1}{k_{eq}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \tag{9}$$





3. CAPÍTULO II: MATERIALES

En la figura 2 se muestran los materiales para el procedimiento 1 y 2.

Para el procedimiento 1

- Soporte del equipo
- Resortes
- Regla
- Juego de masas
- Porta masas
- Nivel de burbuja

Para el procedimiento 2

- Sensor de fuerza Vernier o 3BScientific
- Resortes
- Regla
- Soporte y cilindro para colgar los resortes
- Soporte del equipo
- Computadora
- Interface (Vernier o 3BNetlog) y software (LabPro o 3BNetlab)

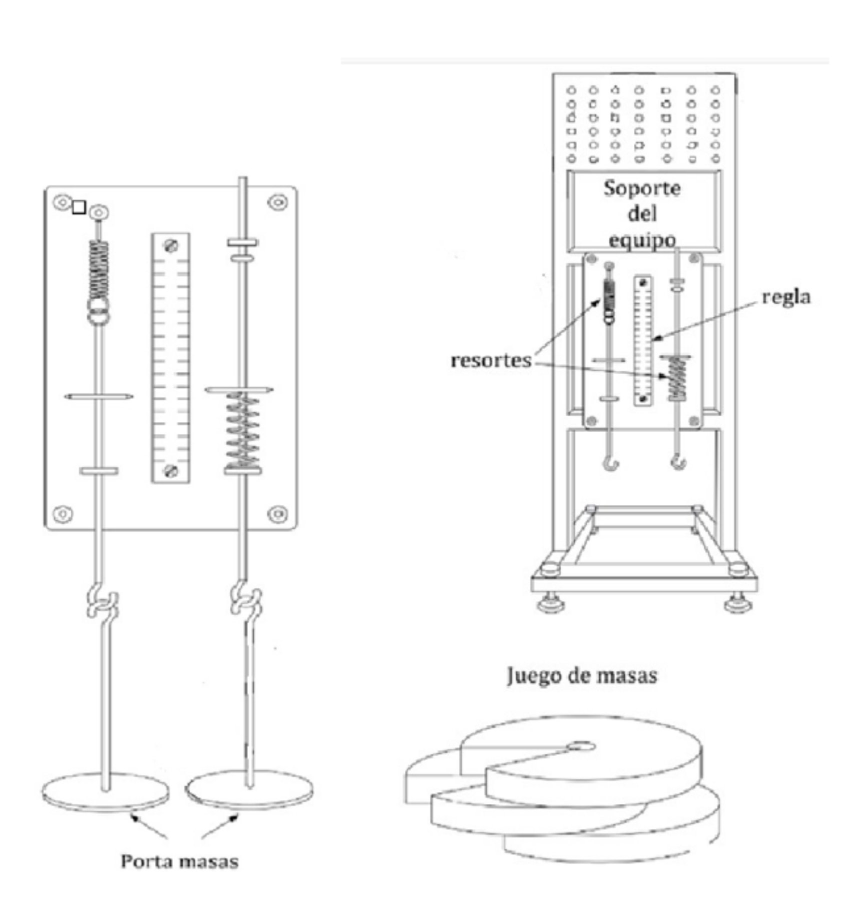


Figura 1: Esquema de montaje para la constante elástica del resorte

4. CAPÍTULO III: PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL, CÁLCULOS Y RESULTADOS

Fuerza por tensión

1. Nivelar el soporte del equipo al plano horizontal. (Use los tornillos de apoyo y el nivel de burbuja).
2. Colocar el porta masas en el extremo inferior del resorte, evitar la oscilación del porta masas.
3. Fijar y registrar un nivel de referencia x0 en la regla del equipo, a partir del cual se medirá el estiramiento del resorte.
4. Añadir masas en el porta masas desde 100 g hasta 600 g con pasos de 100 g , y con la regla del equipo registrar los estiramientos que producen las diferentes masas en cada paso.

Fuerza por compresión

1. Repetir los pasos 2 y 3 del procedimiento anterior.
2. Añadir masas en el porta masas desde 200 g. hasta 1000 g. con pasos de 200 g., y con la regla del equipo registrar la compresión del resorte que originan las diferentes masas en cada paso

4.1. Registro de datos para el procedimiento 1

Escribir los valores del nivel de referencia x_{0t} para las fuerzas por tensión y x_{0c} para fuerzas por compresión:

- x_{0t}=(0.141±0,001)[m]

- x_{0c}=(0,051 ± 0,001) [m]

En las tablas 2.1 y 2.2 anotar las posiciones de estiramiento y compresión de los resortes.

n	x [m]	m [Kg]
1	0.051	0,1
2	0.067	0.2
3	0.083	0.3
4	0.098	0.4
5	0.114	0.5
6	0.136	0.6

Tabla 2.1: Datos de la longitud x para cada masa tensora

n	x [m]	m [Kg]
1	0.141	0,1
2	0.144	0.2
3	0.151	0.4
4	0.158	0.6
5	0.165	0.8
6	0.171	1

Tabla 2.2: Datos de la longitud x para cada masa compresora

4.2. Resultados del procedimiento 1

Con los datos de las tablas 2.1 y 2.2, determinar las fuerzas y las deformaciones respectivas, y completar las tablas 2.3 y 2.4, donde:

$$\Delta x_t = x - x_{ot} \quad (10)$$

$$\Delta x_c = x - x_{oc} \quad (11)$$

n	$\Delta x_t[m]$	F= mg [N]
1	0,000	0,978
2	0,016	1,96
3	0,032	2,93
4	0,047	3,91
5	0,063	4,89
6	0,085	5,87

Tabla n°1

Tabla 2.3Datos de fuerza por tensión y su respectivo alargamiento

n	$\Delta x_c[m]$	F= mg [N]
1	0.000	0,978
2	0.003	1,96
3	0.010	3,91
4	0.017	5,87
5	0.024	7,82
6	0.030	9,78

Tabla n°1

Tabla 2.4 Datos de fuerza por compresión y su respectivo alargamiento

En las figuras 2.5 y 2.6 graficar las tablas 2.3 y 2.4, fuerza en función de la deformación.

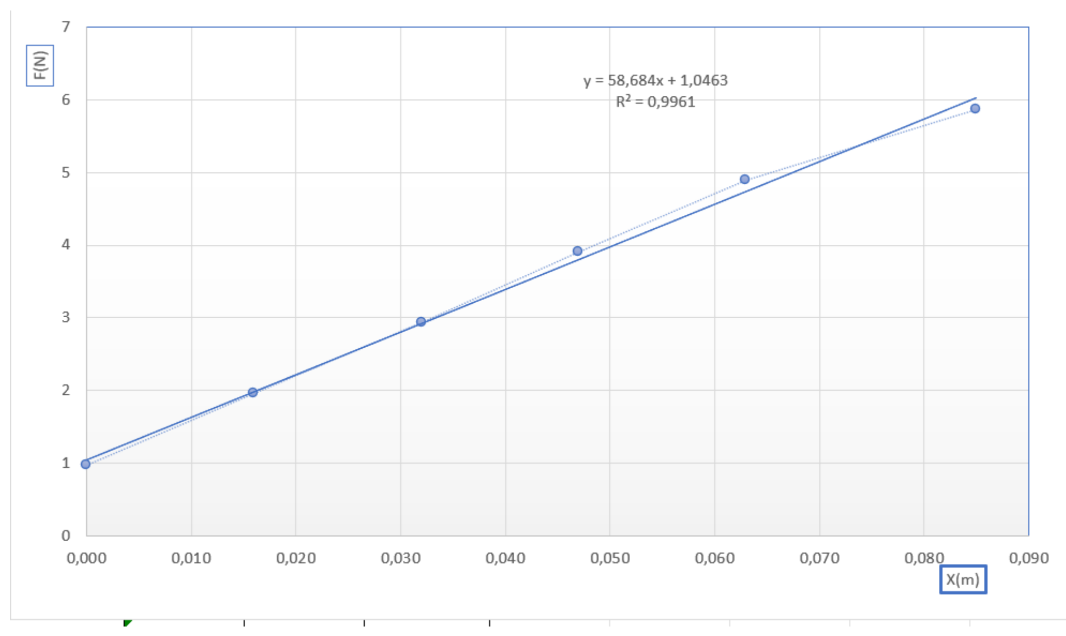


Figura 2.5 Fuerza tensora en función del alargamiento

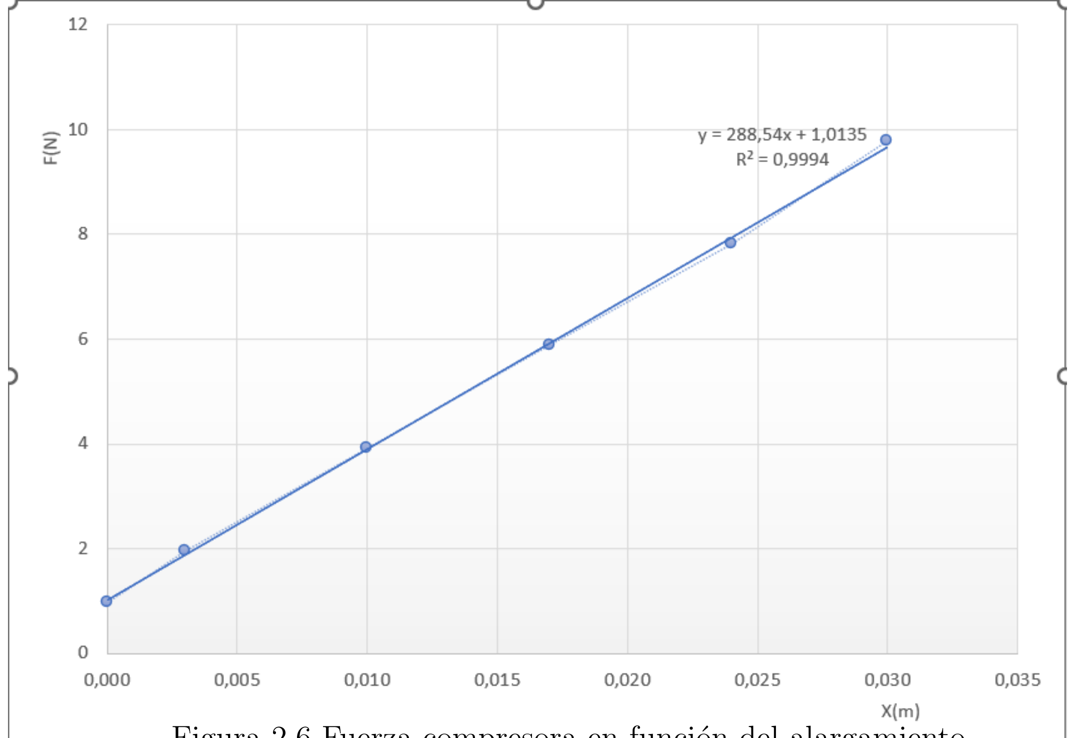


Figura 2.6 Fuerza compresora en función del alargamiento

Fuerza por tensión

Según la curva de ajuste de la figura 2.5, el modelo de ajuste es:

- LINEAL

Con el método de mínimos cuadrados, encontrar los parámetros del modelo escogido

- A=(1.05±0,09)[N]8,57 %
- B=(59±2)[N/m]3,39 %
  - R=0.9961

Entonces, con los valores de los parámetros, la ecuación de ajuste escogida es:

- F=59[N/m]*X+1.05[N]

Comparando la ecuación 2.1 con el modelo de ajuste escogido (despreciando el parámetro A), determinar el valor de la constante elástica por tensión con su respectivo error:

- K=(59 ±2)[N/m]3,39 %

Fuerza por compresión

Según la curva de ajuste de la figura 2.6, el modelo de ajuste es:

- LINEAL

Con el método de mínimos cuadrados, encontrar los parámetros del modelo escogido

- A=(1.01 ±0,06)[N]5,94 %
- B=(288 ±4)[N/m]1,39 %
  - R=0.9994

Entonces, con los valores de los parámetros, la ecuación de ajuste escogida es:

- F=288 [N/m]x+1.01 [N]

Comparando la ecuación 2.1 con el modelo de ajuste escogido (despreciando el parámetro A), determinar el valor de la constante elástica por compresión con su respectivo error:

- K= (288 ±4)[N/m]1,39 %

4.3. Procedimiento experimental 2

Con este procedimiento se verificarán las combinaciones en serie y en paralelo de dos resortes, para ambos casos, primero se determinará las constantes elásticas de cada

resorte por una fuerza tensora. En caso de usar el sistema 3BNetlog,, es necesario conectar el sensor a una entrada del tipo "Analog" por ejemplo "**Analog input A**", de modo que el valor de la medida se muestre directamente en la pantalla del 3BNetlog.

Fuerza por tensión

En la figura 2.7 se muestra el esquema del montaje.

1. Suspender el resorte a una varilla que servirá de punto fijo.
2. Colocar una regla paralela al resorte suspendido.
3. Conectar el sensor de fuerza a la interfaz, y está a la computadora, luego colocar el sensor de fuerza en el extremo inferior del resorte.
4. Con el sensor de fuerza colgado, fijar un punto de referencia.
5. Abrir el programa LoggerPro o 3BNetlab (si se opta por utilizar la computadora), y configurar para la adquisición de datos (seguir las instrucciones del docente).
6. Con el sensor de fuerza, estirar el resorte, por ejemplo 3 o 4 cm medidos desde el punto de referencia e inmediatamente realizar la medición de la fuerza (seguir las instrucciones del docente).
7. Repetir el paso anterior, pero incrementando el estiramiento en pasos de 3 o 4 cm, y en cada caso realizar la medición de la fuerza.

1. Colgar dos resortes uno seguido de otro, ver figura 2.8.
2. Colocar una regla paralela a la combinación en serie.
3. Conectar el sensor de fuerza a la interfaz, y está a la computadora, luego colocar el sensor de fuerza en el extremo inferior de la combinación en serie.
4. Repetir los pasos 4, 5, 6 y 7 del anterior caso, es decir fuerza por tensión, procedimiento 2.

1. Colgar dos resortes (del mismo tamaño) en una misma varilla, asimismo, la parte inferior de los resortes debe estar sujetas a una varilla, ver figura 2.9.
2. Colocar el sensor de fuerza en la parte central de la varilla inferior.
3. Colocar una regla paralela a la combinación en paralelo.
4. Conectar el sensor de fuerza a la interfaz, y ésta a la computadora, luego colocar el sensor de fuerza en el extremo inferior de la combinación en paralelo.
5. Si consideramos a la combinación como un solo resorte, entonces podemos repetir los pasos del procedimiento 2, fuerza por tensión.

Registro de datos para el procedimiento 2

Fuerza por tensión

En la tabla 2.5 registrar los alargamientos x producidos por las diferentes fuerzas para el resorte 1, asimismo en la tabla 2.6 para el resorte 2.

n	x [m]	F [N]
1	0.02	0,48
2	0.04	1.07
3	0.06	1.63
4	0.08	2.19
5	0.10	2.74
6	0.12	3.34

Tabla 2.5 Datos de alargamientos x para fuerzas tensoras, resorte 1

n	x [m]	F [N]
1	0.02	0.50
2	0.04	1.04
3	0.06	1.59
4	0.08	2.19
5	0.10	2.70
6	0.12	3.22

Tabla 2.6 Datos de alargamientos x para fuerzas tensoras, resorte 2

Combinación en serie y paralelo

Para determinar la constante equivalente k_eq de una combinación en serie y en paralelo de dos resortes, completar las tablas 2.7 y 2.8, donde xes el alargamiento del resorte para cada fuerza tensora.

n	x [m]	F [N]
1	0.02	0,24
2	0.04	0.54
3	0.06	0.84
4	0.08	1.10
5	0.10	1.40
6	0.12	1.69

Tabla 2.7 Datos de alargamientos x para fuerzas tensoras. Combinación enserie

n	x [m]	F [N]
1	0.01	0,53
2	0.02	1.09
3	0.03	1.58
4	0.04	2.16
5	0.05	3.26
6	0.06	3.82

Tabla 2.8 Datos de alargamientos x para fuerzas tensoras. Combinación en paralelo

5. Resultados del procedimiento 2

En las figuras 2.10 y 2.11 graficar las tablas 2.5 y 2.6, fuerza en función del al

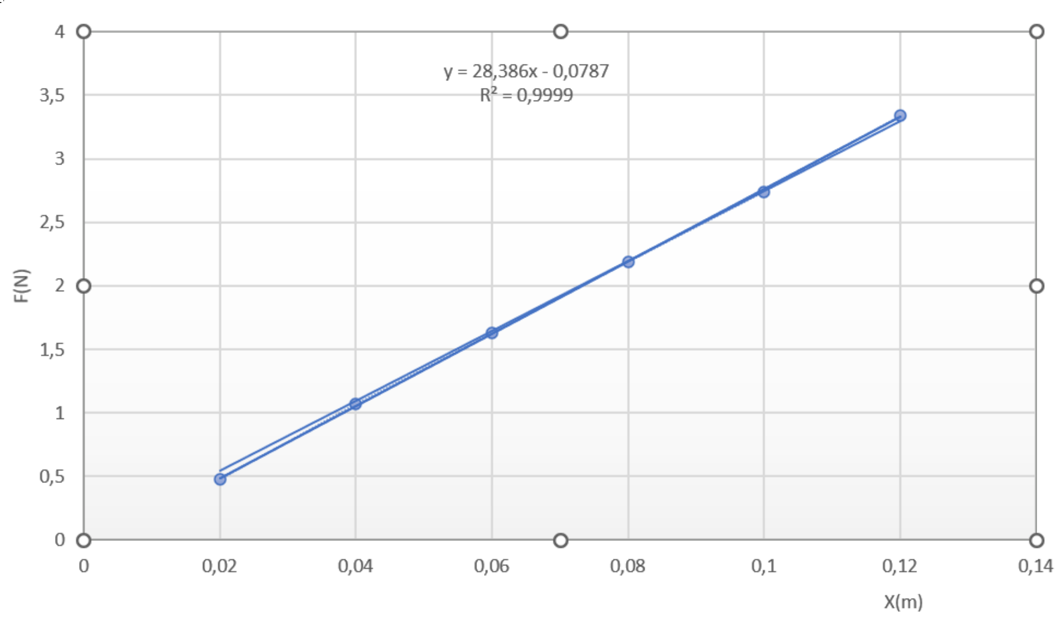


Figura 2.10 Fuerza en función del alargamiento, resorte 1

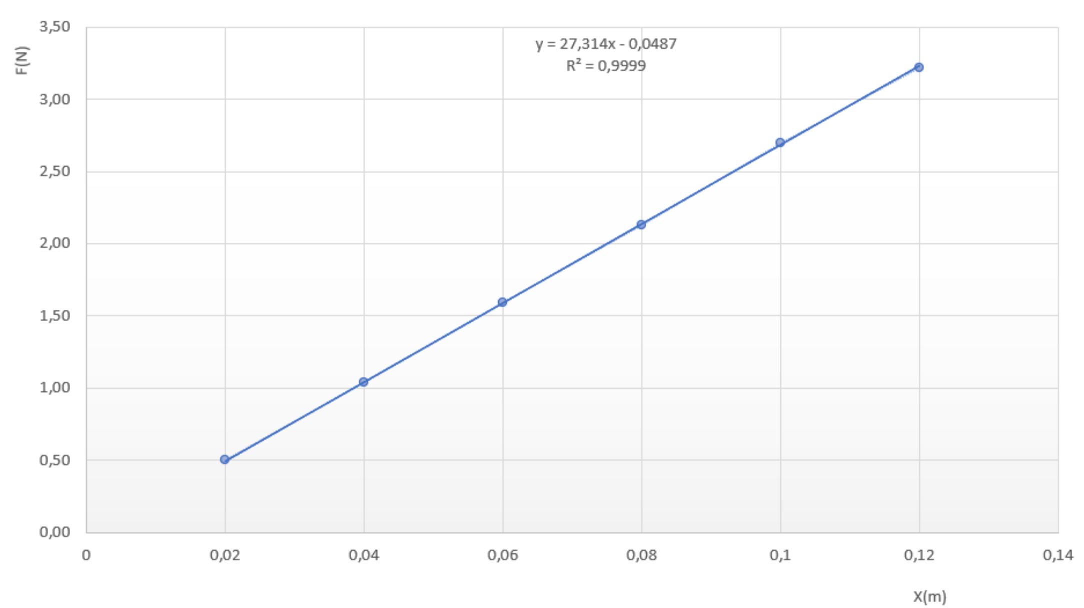


Figura 2.11 Fuerza en función del alargamiento, resorte 2

Resorte 1

Según la curva de ajuste de la figura 2.10, el modelo de ajuste es:

- LINEAL

Con el método de mínimos cuadrados, encontrar los parámetros del modelo escogido

- A=(-0.08 ±0,01)[N]12,5 %
- B=(28.4 ±0,2)[N/m]0,7 %
- R= 0.999

Entonces, con los valores de los parámetros, la ecuación de ajuste escogida es:

- F=28.4[N/m]*x-0.08[N]

Comparando la ecuación 2.1 con el modelo de ajuste escogido (despreciando el parámetro A), determinar el valor de la constante elástica del resorte 1 con su respectivo error.

- k_1=
$$(28{,}4 \pm 0{,}2)[N/m]0{,}7\,\%$$

Resorte 2

Según la curva de ajuste de la figura 2.11, el modelo de ajuste es:

- LINEAL

Con el método de mínimos cuadrados, encontrar los parámetros del modelo escogido

- $$A = (-0{,}05 \pm 0{,}01)[N]12{,}5\,\%$$
- $$B = (27{,}3 \pm 0{,}1)[N/m]0{,}7\,\%$$
- R= 0.999

Entonces, con los valores de los parámetros, la ecuación de ajuste escogida es:

- F=27.3[N/m]*x-0.05[N]

Comparando la ecuación 2.1 con el modelo de ajuste escogido (despreciando el parámetro A), determinar el valor de la constante elástica del resorte 2 con su respectivo error.

- K_2=
$$(27{,}3 \pm 0{,}1)[N/m]0{,}7\,\%$$

Combinaciones en serie y en paralelo

En las figuras 2.12 y 2.13 graficar las tablas 2.7 y 2.8, fuerza en función del alargamiento.

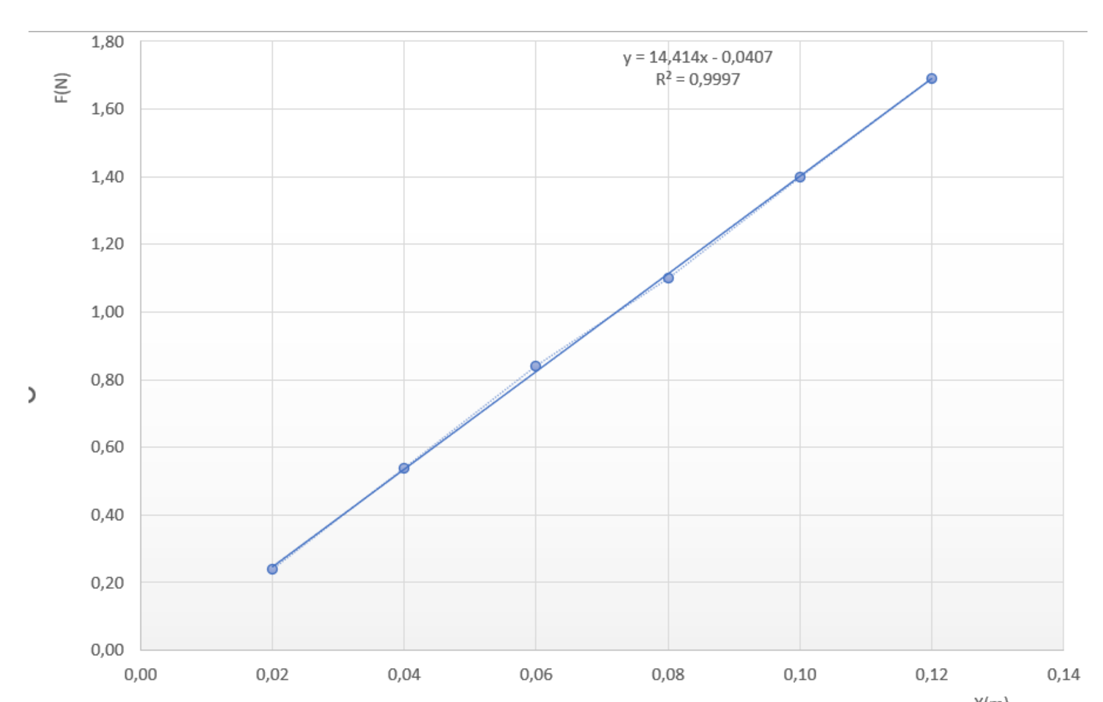


Figura 2.12. Fuerza en función del alargamiento, combinación en serie

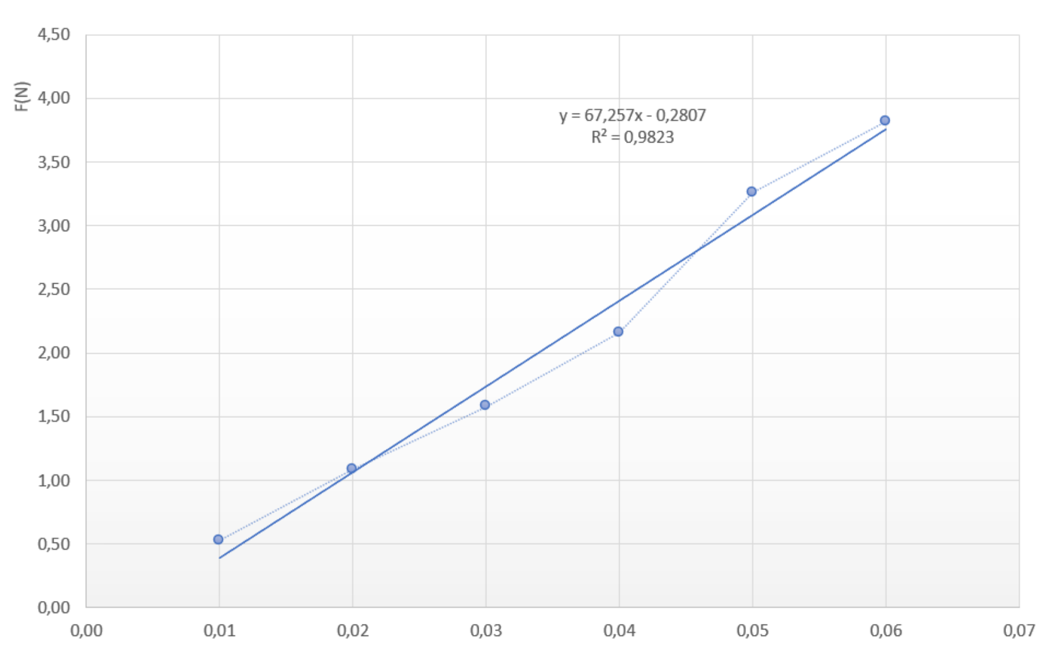


Figura 2.13. Fuerza en función del alargamiento, combinación en paralelo

Combinación en serie

Según la curva de ajuste de la figura 2.12, el modelo de ajuste es:

- LINEAL

Con el método de Mínimos Cuadrados, encontrar los parámetros del modelo escogido

- $$A = (-0{,}04 \pm 0{,}01)[N]25{,}00\,\%$$

- $$B = (14{,}4 \pm 0{,}1)[N/m]0{,}69\,\%$$

- R= 0.9997

Entonces, con los valores de los parámetros, la ecuación de ajuste escogida es:

- F=14.4[N/m]*x-0.04[N]

Comparando la ecuación 2.1 con el modelo de ajuste escogido (despreciando el parámetro A), determinar el valor de la constante elástica equivalente para una combinación en serie de dos resortes, y su respectivo error.

- K_eq=
$$(14{,}4 \pm 0{,}1)[N/m]0{,}69\,\%$$

Combinación en paralelo

Según la curva de ajuste de la figura 2.13, el modelo de ajuste es:

- LINEAL

Con el método de Mínimos Cuadrados, encontrar los parámetros del modelo escogido

- $$A = (-0{,}3 \pm 0{,}2)[N]66{,}67\,\%$$

- $$B = (67 \pm 4)[N/m]23{,}5\,\%$$

- R= 0.9823

Entonces, con los valores de los parámetros, la ecuación de ajuste escogida es:

- F=67[N/m]*x-0.3[N]

Comparando la ecuación 2.1 con el modelo de ajuste escogido (despreciando el parámetro A), determinar el valor de la constante elástica equivalente para una combinación en paralelo de dos resortes, y su respectivo error.

- K_eq=
$$(67 \pm 4)[N/m]23{,}5\,\%$$

6. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

En conclusión para el primer procedimiento experimental, se tiene que el modelo de ajuste o la relacion fuerza/posicion que determina la ley de Hooke aplicada a resortes, es lineal, de manera que viendolo como la ecuacion de una recta, la constante "k"vendria representando a la pendiente de dicha recta. esto sucede tanto al momento de comprimir un resorte, como al tiraar de él.

La existencia de desviaciones en los datos obtenidos, puede deberse factores como al desgaste de los resortes, la impresicion de las mediciones o posibles errores en la manipulación de pesos. no obstante los datos obtenidos se ajustan a la ley de Hooke

K y por ende la resistencia del sistema de resortes es mas grande al momento de tensionar el mismo de forma paralela, comprobando asi que para sacar la K_{eq} del sistema en paraleo hay que sumar las k de canda resorte; y para la K_{eq} de un sistema en serie, hay que sacar la inversa de la sumatoria de las inversas de cada K.

7. CAPÍTULO VI: OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Observaciones

-Se debe calibrar todos los materiales que miden magnitudes antes de hacer las mediciones y se debe poner en nivel el soporte universal.
-El resultado del de la constante k se acerca a los parámetros teóricos.
-Los calculos se deben hacer con la mayor presicion posible ya que pueden significar un error al realizar los calculos.
-Se debe equilibrar correctamente los resortes antes de agregar las masas.
-Cuando se agrega una masa se debe esperar que el resorte deje de oscilar antes de anotar los datos

7.2. Recomendaciones

-Se recomienda relizar el experimento más de una vez si es posible para asi mejorar la confiabilidad de los resultados.

-Si se tiene alguna duda siempre consultarlo con el docente para evitar cometer errores.
-Distribuir el trabajo entre todos sus integrantes para realizar el experimento de manera mas eficaz y asi que todos participen.

8. CAPÍTULO VII: REFERENCIAS

- Libro Guía Laboratorio de Física II, Universidad Mayor de San Simón Facultad de Ciencias y Tecnología, Departamento de Física, Edición 2023.

- @miscbibtex, title, Help on BibTeX Entry Types, howpublished,

http://nwalsh.com/tex/texhelp/bibtx-7.html, Accessed: 2015-03-12.

9. CAPÍTULO VIII: CUESTIONARIO

Cuestionario

1.- ¿Por qué despreciamos el valor del parámetro de ajuste A?
R.- Porque el parámetro A solo representa el error cometido en las mediciones, además de que tiende a cero, sin embargo el valor que realmente importa es el parámetro B, el cual, es la constante elástica de resorte.

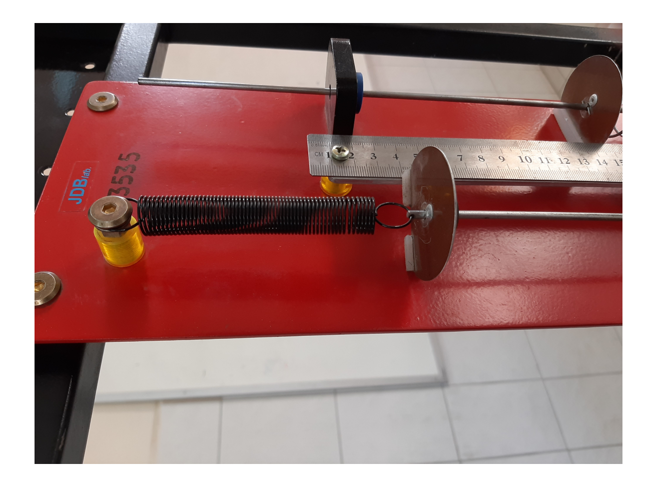
2.- Calcular la constante elástica de dos resortes iguales combinados en serie y en paralelo.
R.- Sea k la constante de los resortes: (kt)-1=k-1+k-1 (kt)-1=2/(k-1 kt=k/2 .La constate ¨k¨ de elasticidad equivalente seria la mitad de cualquiera de los resortes individuales.

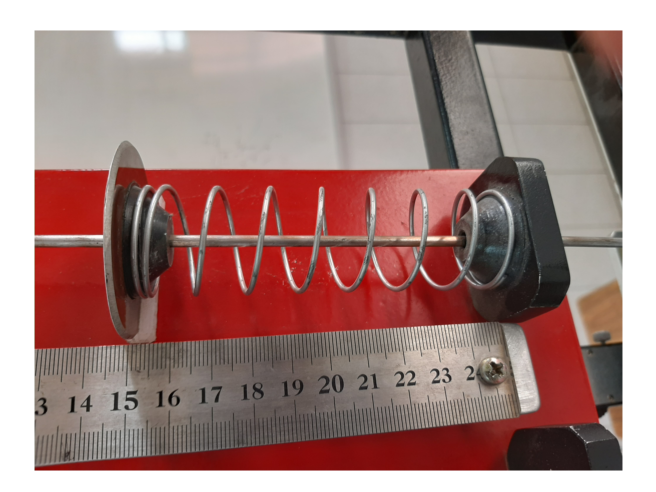
3.-¿Se consigue el mismo valor de la constante elástica del resorte para un proceso de tensión y compresión?, justificar la respuesta.
R.- Si se puede obtener la misma constante elástica si la fuerza de tensión y la fuerza de compresión son iguales.

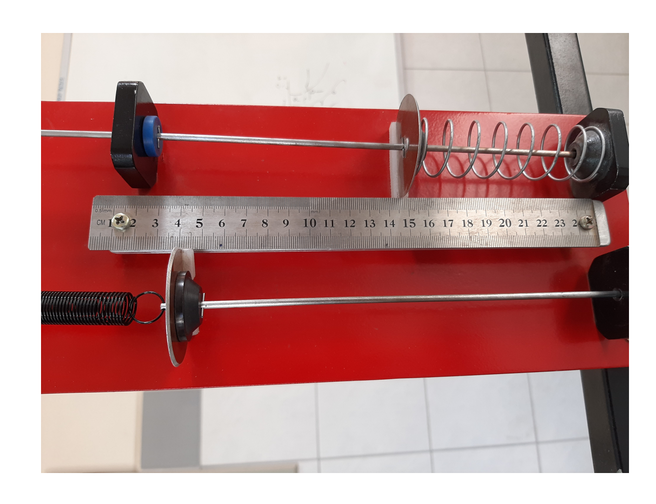
4.-Un resorte de constate elástica ¨k¨ y longitud ¨L¨, se divide en dos, de longitudes iguales, ¿Las constantes elásticas de estos dos nuevos resortes son iguales?, de lo contrario. ¿Qué la relación existe entre las constantes elásticas de estos nuevos resortes con el primer resorte?
R.- Las constantes elásticas de los nuevos resortes son iguales, porque serian del mismo material y tendrían la misma geometría. Por otro lado, con relación al resorte inicial de longitud L las constantes de los nuevos resortes tendrán solo la mitad de su valor.

10. CAPÍTULO IX: ANEXOS

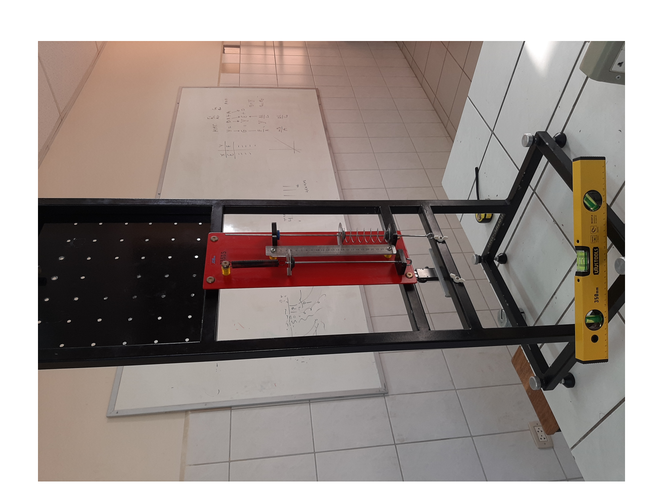
A continuación podemos observar las fotos tomadas durante el experimento realizado:





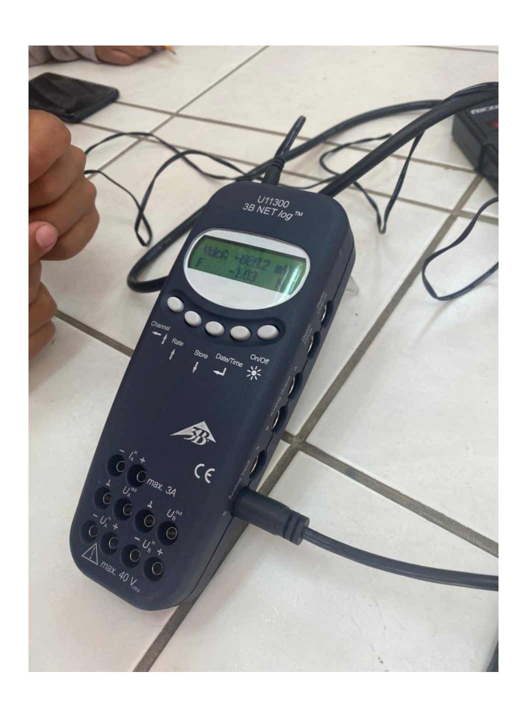







350mm
UIUSTOOLS




U11300
3B NET log™
-1.03
Channel
Rate
Store
Date/Time
On/Off
max. 3A

